

文章编号: 1672-4461(2019)03-0068-05

综合物探方法在二十站北部地区金矿勘查中的应用

高卓亚

(华北地质勘查局五一九大队, 河北 保定 071000)

摘 要: 二十站北部地区位于黑龙江省塔河县东北部, 以二十一站铜金矿床、宝兴沟金矿床、十五里桥金矿床为例, 分析归纳了区域成矿地质背景和矿床(体)地质特征、地球物理特征, 认为金矿化富集主要与黄铁矿化蚀变带、破碎带有关, 而黄铁矿化蚀变带、破碎带与视电阻率和视极化率关系密切, 视电阻率异常梯变带且与高视极化率异常叠加处可作为该区地球物理找矿标志, 激电异常大致指示了金属硫化物的富集, 尤其激电 $\eta_s = 4\% \sim 7\%$ 部位, 直接指示了 Cu、Au 矿富集部位。

关键词: 地球物理勘查; 找矿效果; 金矿床; 二十站北部

中图分类号: P618.51

文献标识码: A

DOI:10.16042/j.cnki.cn62-1053/tf.2019.03.016

Application of Integrated Geophysical Exploration Method in Gold Exploration in North of Ershizhan Areas

GAO Zhuo-ya

(519 Team of North China Geological Exploration Bureau, Baoding 071000, China)

Abstract: The North of Ershizhan Areas is located in the northeastern part of Tahe County, Heilongjiang Province. Taking the Ershiyizhan copper-gold deposit, Baoxinggou gold deposit and Shiwuliqiao gold deposit as examples, this paper analyzes the regional ore-forming geological background and the geological characteristics and geophysical characteristics of the deposit (body). It is believed that gold mineralization and enrichment are mainly related to pyrite transformation belt and fracture zone. The pyrite alteration zone and fracture zone are closely related to apparent resistivity and apparent polarizability. The apparent resistivity of the apparent resistivity zone and the superposition of the high-magnification polarizability can be used as the geophysical prospecting mark of the zone. The anomalous excitation is roughly indicative of the enrichment of metal sulfides, especially the location of the $\eta_s = 4\% \sim 7\%$, which directly indicates the enrichment sites of Cu and Au.

Key Words: geophysical exploration; prospecting effect; gold deposit; North of Ershizhan Areas

1 引言

二十站北部地区位于黑龙江省塔河县东北部, 近年来在该地区先后发现了二十一站铜金矿床、宝兴沟金矿床、十五里桥金矿床和二十站金矿点、腰站金矿点、富拉罕金矿点、马林西铜金矿点(图 1), 显示了良好的成矿条件和巨大的找矿潜力。本文在收集和整理公开发表资料的基础上, 对二十一站铜金矿床、宝兴沟金矿床、十五里桥金矿床成矿地质背景和矿床(体)地质特征、地球物理特征进行了归纳分析, 探讨了综合勘查地球物理方法在金矿地质勘查

中的地质意义, 以期对区域地质调查和矿产勘查提供参考借鉴。

2 成矿地质背景

研究区大地构造位置处于华北板块和西伯利亚板块之间, 蒙古-鄂霍茨褶皱带的西侧, 额尔古纳微板块的东北部, 上黑龙江盆地南缘, 腰站断陷北缘与二十二站隆起南缘交接地带, 隶属于上黑龙江金铜Ⅲ级成矿带, 区内构造演化大致经历了大陆基底形成、古亚洲洋陆缘增生演化以及蒙古-鄂霍茨克洋闭合和滨太平洋板块俯冲等四个阶段^[1]。

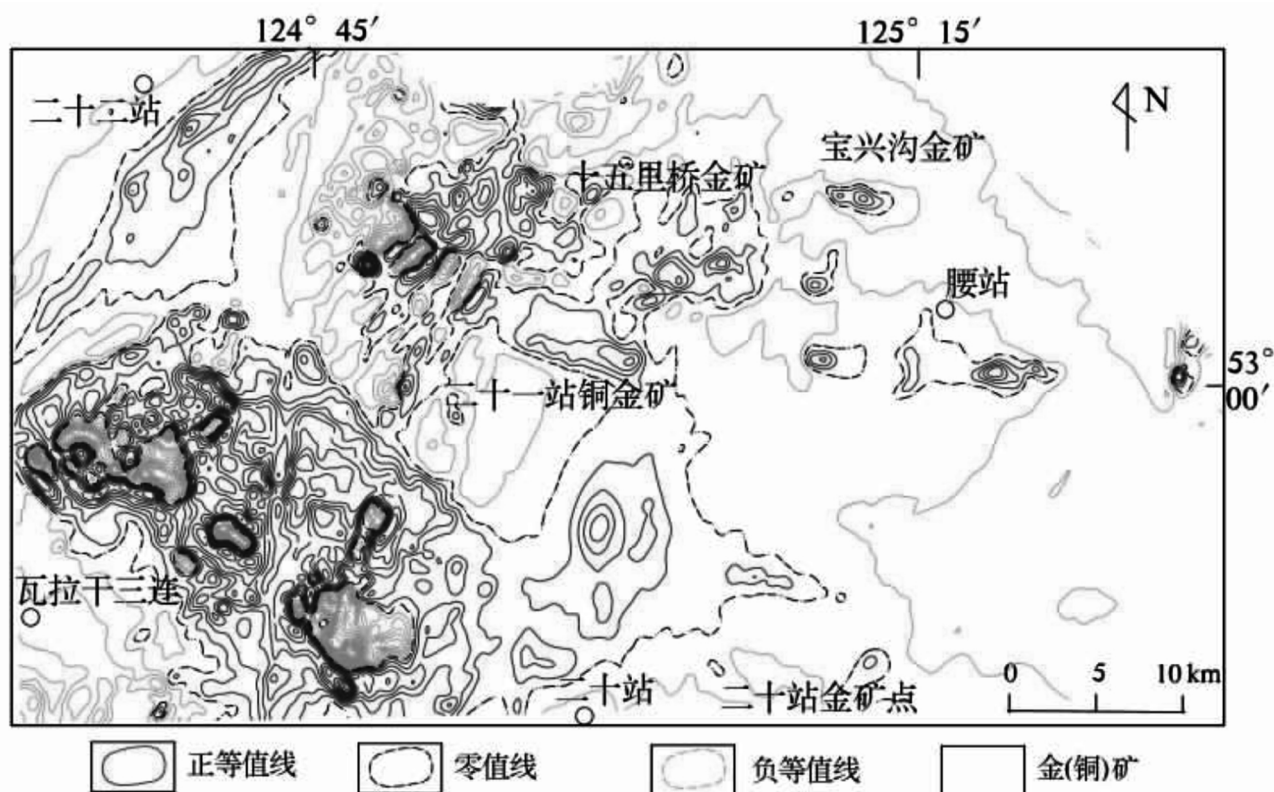


图1 二十站北部地区航磁 ΔT 化极等值线平面图(来源于文献[2])

地层主要为中生代早-中侏罗世和早白垩世沉积建造(早-中侏罗世绣峰组、二十二站组、额木尔河组、开库康组及早白垩世下鱼亮子组湖沼相的砾岩、砂岩、粉砂岩及泥岩)和晚侏罗世-早白垩世火山岩(塔木兰沟组、光华组和甘河组流纹岩、安山岩、玄武岩及火山碎屑岩);晋宁期和燕山期岩浆作用强烈,地表众多斑岩体的存在,很可能是隐伏岩体岩枝的显示。斑岩体岩性主要为花岗斑岩、花岗闪长斑岩及石英斑岩;区内褶皱、韧性剪切带、断裂等构造活动强烈,断裂构造主要有NW向断裂(十五里桥-腰站断裂)、NE向断裂(十五里桥-绥安站、二十二站深断裂带、二十站-依西肯断裂)和EW向断裂(瓦拉干三连-布鲁克里河断裂带、二十一站-樟松顶断裂带);褶皱构造主要有瓦拉干三连-布鲁克里河复式向斜和二十站-樟松顶复式背斜。

据1:50000航磁资料,二十站北部地区磁场强度整体位于正负磁场过渡位置^[2],以平缓负磁异常场(与侏罗系绣峰组和二十二站组沉积岩特征相符)为背景,其上局部叠加有低幅度变化的正负杂乱磁异常(中生代侵入岩体及火山岩引起)和陡变正磁异常(少量隐伏基性-中基性火山岩引起)。磁场可分为条带状磁场($\Delta T=250\sim 500\text{ nT}$)、平静磁场($\Delta T<250\text{ nT}$)、跃变磁场($\Delta T=\pm(250\sim 500)\text{ nT}$)、低值跃变场($\Delta T=0\sim 200\text{ nT}$)四种类型^[3],反应出

不同的地质背景。区内NE和NW向正负磁场相互穿插,大体反映了区域构造的走向;在二十一站-十五里桥-宝兴沟-腰站林场附近,零星出露的中酸性侵入岩与局部出现的近EW向串珠状正异常相吻合;大面积出现在樟松顶东部的低缓异常,推测由隐伏岩体引起;在二十一站和瓦拉干三连之间的高磁异常带,与白垩系光华组酸性火山岩相适应;在二十二站附近的NE向低缓异常带,与NE向的二十二站断裂带相吻合。区内有规模的金(铜)矿床均位于局部升高的正磁异常中,金(铜)矿床的围岩都有大范围退磁现象,与侵入岩多次侵位密切相关^[2]。

3 典型金矿床地质-地球物理特征

3.1 二十一站铜金矿床

3.1.1 矿床(体)地质特征

该矿区内累计发现56条金矿体,77条铜矿体^[3];金矿体主要赋存在绢云母化硅化石英闪长岩,少数在花岗斑岩中,铜矿体主要赋存在硅化钾长石化花岗斑岩中,少数在绢云母化硅化石英闪长岩中;矿体多呈脉状,厚度不均匀,通常大于1~3 m,局部有细小的夹石,个别矿体为铜金共生矿体;矿体及其围岩比较破碎,矿体表面起伏不平,在剖面上具有雁行式排列与尖灭再现现象;矿石结构以它形-

半自形粒状为主,少见交代残余结构、乳滴状结构;矿石构造主要为浸染状构造、细脉浸染状构造、脉状构造、块状构造;矿石自然类型主要为硫化矿石和混合矿石,矿石矿物主要是黄铁矿、黄铜矿;品位变化不稳定,铜矿体一般在 $0.3\% \sim 1.1\%$,金矿体一般在 $1.5 \times 10^{-6} \sim 5 \times 10^{-6}$;铜矿体伴生金属元素以 Au 为主,金矿床伴生金属元素除 Cu 外,还含有 Ag、Pb、Zn;金矿床成因类型为中低温热液矿床,铜矿床成因类型为斑岩型矿床。

3.1.2 地球物理特征

表 1 二十一站铜金矿区岩石标本物性参数统计表

岩石名称	数量/块	极化率 $\eta/\%$		电阻率 $\rho/\Omega \cdot m$		磁化率 κ	
		变化范围	均值	最小值	均值	最大值	均值
砂岩	8	0.54~1.44	0.88	382	879	1 547	18
石英闪长岩	30	1.79~2.28	2.36	736	4 210	7 950	1 549
铜矿化花岗斑岩	5	2.67~7.79	4.33	1 040	2 598	3 800	249
金矿石	5	15.7~48.2	23.9	350	1 100	2 620	15.8

基于物探目标体(金矿体)与围岩在物性上存在较大差异,区内先后开展了 1:10000 高精度磁法测量、1:10000 激电中梯、激电测深工作并圈出异常。

根据 1:10000 高精度磁法测量 ΔT 等值线图推断,矿区北侧、西北侧及西南侧二十二站组碎屑岩为面积较大的负磁场区,石英闪长岩为大面积的 200 nT 以上的正强磁区,花岗斑岩为 200 nT 以下磁场区。根据 1:10000 激电中梯视电阻率等值线图推断,西南角高阻区为硅化碎屑岩引起,其它部位的高阻区为石英闪长岩、花岗岩类岩石引起,西北部、东南部视电阻率较低区对应二十二站组地层及河谷。根据 1:10000 视极化率成果区内划分出六个激电异常。

3.1.3 地质意义

DHJ-1 激电异常位于二十二站组地层中,具有高阻高极化特点,工程查证见有两条金矿体;JHD-1 激电异常位于二十二站组地层砂岩、长英质角岩中,钻孔中局部发育黄铁矿,含金 $0.1 \times 10^{-6} \sim 0.3 \times 10^{-6}$;JHD-2 激电异常处在石英闪长岩体内,呈中高阻中等极化特征,钻孔中见到铜金矿体,Au 最高品位 6.15×10^{-6} ;JHD-3 激电异常处在石英闪长岩体内,呈中阻中等极化特征,钻孔查证见到铜金矿体,Au 最高品位 3.83×10^{-6} ,Cu 为 0.6%;JHD-4 异常处在石英闪长岩体与二十二站组地层接触带上,具中高阻中等极化特征,钻孔中见到金银矿化,含 Ag 最高品位 112.4×10^{-6} 。综合物探成果显示,激电异常大致指示了金属硫化物的富集,尤其激电 $\eta_s = 4\% \sim$

对该矿区内 4 种 48 块岩石标本进行了系统的岩石物性测定^[3](表 1)。碎屑岩、金矿石磁化率最低,石英闪长岩磁性最强,铜矿化花岗斑岩磁性居中;二十二站组碎屑岩电阻率最低,石英闪长岩电阻率最高,铜矿化花岗斑岩、金矿石电阻率表现为中等;二十二站组碎屑岩、石英闪长岩极化率较低,铜矿化花岗斑岩极化率较高,金矿体极化率最高。综上所述,物探目标体与围岩在物性上存在较大差异,铜矿化花岗斑岩表现为中等磁场强度、中阻、较高极化率,金矿体表现为低磁、低阻、高极化率。

7%部位,直接指示了 Cu、Au 矿富集部位;金矿体表现为低磁低阻高极化率(个别有高阻现象),铜矿化花岗斑岩表现为中等磁场强度中阻较高极化率(个别会出现高阻高极化率)。

3.2 宝兴沟金矿床

3.2.1 矿床(体)地质特征

该矿区内累计发现 5 条金矿带 89 条金矿体,金矿体主要赋存在二十二站组地层蚀变砂岩及其蚀变闪长岩、蚀变闪长玢岩等浅成侵入体接触部位的破碎蚀变岩中^[4];矿体地表及倾斜延深均不连续,有尖灭再现现象,38 条矿体出露于地表,51 条矿体为隐伏矿体;围岩蚀变十分发育,主要为硅化、碳酸盐化、绿泥石化及高岭土化等中低温蚀变;矿石结构主要为自形-半自形-他形粒状结构、交代残余结构及碎裂结构,矿石构造以致密块状、浸染状与细脉状构造为主;矿石中金属矿物主要为黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿等;样品品位多集中在 $1.00 \times 10^{-6} \sim 5.98 \times 10^{-6}$,最高品位 12.50×10^{-6} ,平均品位为 1.59×10^{-6} 。矿床成因类型为赋存中侏罗统陆相碎屑岩中的中温热液型。

3.2.2 地球物理特征

在区内采集各类有代表性样品 147 件进行系统的岩石物性测定^[5]。测试结果表明砂岩、花岗斑岩、闪长岩及石英脉为高阻岩体,蚀变砂岩、砾岩为中阻岩体,黏土和煤层为低阻体,矿化蚀变地质体与围岩之间的电性差异较为明显,据此在矿区开展了 1:10000 电法测量,共圈出 18 处视极化率异常、15 处视电阻率异常^[5],蚀变带视极化率显著高于围

岩,反映存在高硫化体。I 号矿带二十二站组砂岩表现为高电阻率的特征,闪长(玢)岩表现为低电阻率的特征,金矿体赋存于破碎蚀变带内或其附近中阻区与高阻的接触部位,表现为高极化特征,反映出金矿化与黄铁矿化蚀变关系密切,受不同岩性接触带控制。II 号矿带视极化率等值线总趋势为东陡西缓及北陡南缓,局部地段因黄铁矿等高硫化物富集使极化率增强;II 号矿带视电阻率等值线相对平缓,呈相对中阻显示,可见有四处明显的北东向中高阻分带,其间有低阻条带,推断其由断裂构造引起。该区金矿化富集主要与黄铁矿化蚀变带、破碎带有关,而黄铁矿化破碎蚀变带与视电阻率、视极化率关系密切,所以视电阻率异常梯变带且与高视极化率异常叠加处是该区寻找同类型矿床的地球物理找矿标志。

3.2.3 地质意义

矿区内圈出的 η_s -2 号视极化率异常位于视电阻率低背景区内,出露地层为二十二站组砂岩,与已知 II 号矿体部份吻合; η_s -3 号视极化和 ρ_s -2 号视电阻率异常,经工程查证发现 I-1 和 I-2 号两条矿体; η_s -4 号视极化率异常位于视电阻率高背景区内,出露地层为二十二站组砂岩,与已知 II 号矿体部份吻合; η_s -5 号视极化率异常位于视电阻率高背景区内,出露地层为二十二站组砂岩,经探槽工程验证发现了 II-3、II-4、II-5 号矿体,最高品位为 3.05×10^{-6} ; η_s -6 号视极化率异常位于视电阻率低背景区内,出露地层为侏罗系二十二站组砂岩,经工程验证发现了 II-6、II-7、II-8、II-9 号矿体,品位最高为 4.97×10^{-6} 。根据对比和类比的

原则,其它视极化率有望异常区有进一步工作的价值。

3.3 十五里桥金矿床

3.3.1 矿床(体)地质特征

该矿区内累计发现 3 条矿化蚀变带 10 条金矿化体,金矿化发育于石英(细网)脉及两侧硅化(角砾岩)带,赋矿岩石主要为硅化角砾岩和硅化安山岩,赋矿围岩为安山岩或蚀变安山岩,次为闪长岩、煌斑岩^[6];矿体形态简单,呈脉状,局部出现膨大收缩或尖灭再现,平均厚度 0.70~5.10 m,平均品位为 $1.00\times 10^{-6}\sim 18\times 10^{-6}$;矿石结构主要为半自形-它形粒状、交代残余、交代溶蚀及碎裂结构,矿石构造主要为角砾状、细脉浸染状、梳状、晶洞构造;围岩蚀变十分发育,主要为硅化、绿泥石化、碳酸盐化、高岭土化、黄铁矿化等;矿石属于典型的贫硫化物石英脉-蚀变岩型,原生矿中金属硫化物主要为黄铁矿、黄铜矿和闪锌矿,氧化矿石中主要为褐铁矿,脉石矿物主要为高岭石、绢云母、石英等;矿床成因类型为赋存于早白垩陆相火山岩中的浅成中低温热液型金矿床。

3.3.2 地球物理特征

3.3.2.1 岩石物性参数特征

在该矿区内采集岩矿石标本 8 种 75 块进行了系统的岩矿石物性测定^[7-8]。测试结果(表 2)显示,矿石(硅化角砾岩)视电阻率与脉岩(闪长岩)较为接近,但远高于围岩(安山岩);区内各类岩石极化率值普遍偏低,而硅化角砾岩、流纹岩、安山岩及青磐岩化安山岩的极化率总体高于区内其它岩石,但相互间差别甚微,硅化角砾岩的极化率略大于安山岩,而小于地表氧化的青磐岩化安山岩。

表 2 十五里桥金矿区岩矿石标本物性参数统计表

岩矿石名称	数量/块	极化率 $\eta/\%$		电阻率 $\rho/\Omega\cdot m$	
		变化范围	平均值	变化范围	平均值
安山岩	17	0.48~5.38	4.21	113.80~485.51	374.25
青磐岩化安山岩	6	0.26~9.90	5.58	105.62~345.14	220.38
流纹斑岩	8	1.52~5.43	4.12	102.22~485.54	388.57
角砾熔岩	9	0.86~1.76	1.43	150.31~441.12	259.48
流纹岩	14	0.23~3.17	0.98	105.38~465.17	271.85
凝灰岩	8	0.16~4.16	1.62	120.22~525.14	260.17
闪长岩	8	0.50~2.98	1.64	270.47~5 406.30	934.80
矿石(硅化角砾岩)	5	3.20~6.30	4.81	639.61~1 804.50	1 087.40

3.3.2.2 岩石物性参数特征

通过高精度磁测、激电中梯剖面测量,区内圈出 10 处高磁异常,圈出 5 处视电阻率异常、6 处视极化率异常,推断出 9 处断裂。

(1)磁场 ΔT 特征。该区磁场平面等值线相对较

缓, ΔT 值一般在 $-100\sim 100$ nT 之间,个别峰值在 1 000 nT 以上,大部分呈负磁场^[8]。区内磁异常相对标志明显,分布有 4 条 NNE 向高磁异常带,推测由脉岩或斑岩体沿断裂带侵入引起,少数异常 NW 向分布,呈等轴状,具断裂特征。

(2)极化率(η_s)和电阻率(ρ_s)特征。区内电阻率呈相对中阻,等值线相对平缓,圈出5处相对中高阻异常;矿区东部有一处高视极化率地段,走向NE,极化率值 $>5.50\%$,个别点 $<5.0\%$;矿区西部较高视极化率地段, η_s 值大多在 4.5% 以上;矿区中部 η_s 值 $>6.10\%$,局部 $>10.0\%$,有4处高视极化率地段,呈条带状^[8];通过视极化率等值线圈出6处极化率异常。

3.3.3 地质意义

ρ_s-1 号视电阻率异常与 η_s-2 、 $\Delta T13-2$ 号异常局部吻合,推断为F5断裂带引起,与F3断裂交会部位异常值 $>1\,200\,\Omega\cdot m$,推断为成矿有利部位; ρ_s-2 号视电阻率异常与 $\Delta T13-4$ 、 $\Delta T13-2$ 、 η_s-3 及 η_s-1 号异常局部吻合,推断为断裂带(F6)引起,其间高阻带呈NNE向展布,异常值 $>1\,000\,\Omega\cdot m$,推断为成矿有利地段; ρ_s-3 号视电阻率异常与 η_s-3 号异常吻合较好,贯穿 $\Delta T13-4$ 号高磁异常带,推断系由两条断裂带(F1和F7)引起的,其与F3($\Delta T13-2$ 高磁异常带)断裂交会部位视电阻率异常值 $>1\,000\,\Omega\cdot m$,视极化率值 $>10\%$,经工程验证发现强硅化角砾岩,金矿化显示较好,异常为矿致异常; ρ_s-4 号视电阻率异常与 $\Delta T13-4$ 、 $\Delta T13-2$ 号及 η_s-4 号异常局部吻合较好,2处地段视极化率值 $>10\%$,工程验证为矿致异常,矿体倾向SE; ρ_s-5 号视电阻率异常与 η_s-4 号异常局部吻合较好,异常东南部局部变宽,异常值 $>1\,000\,\Omega\cdot m$,视极化率值为中高极化,推断为成矿有利部位。区内物理场中硅化角砾岩视电阻率与围岩差异相对明显,金矿化主要与硅化角砾岩有关,因此该区地球物理勘查电性参数采取应以视电阻率为主,具有高阻、高极化特征的目标体是主要寻找方向^[7]。

4 结语

从二十站北部地区金铜矿床勘查实践过程,初步可以得到以下几点认识:

(1)综合物探方法在二十站地区是一种非常有效的找矿方法,磁法能有效识别构造的存在,电法能快

速缩小找矿靶区。

(2)视电阻率(极化率)异常大致指示了金属硫化物的富集,可以初步判断矿体的位置,尤其激电 $\eta_s=4\%\sim 7\%$ 部位,直接指示了Cu、Au矿富集部位。

(3)区内金矿体的地表形态与物探异常整体展布方向基本一致,物探异常对识别成矿位置起到了指示作用。

(4)区内找矿是在物化探联合勘查基础上找到的,可以尝试独立物探勘查效果。

(5)区内金矿化富集主要与黄铁矿化蚀变带、破碎带有关,视电阻率异常梯变带且与高视极化率异常叠加处可作为该区地球物理找矿标志。

(6)通过物化探异常分析及多条金矿体的发现说明本区具有一定的找矿前景。

参考文献:

- [1] 李向文. 上黑龙江成矿带金矿床成矿规律与找矿预测研究[D]. 吉林: 吉林大学, 2015.
- [2] 张纯歌, 李庆录, 宋贵斌, 等. 黑龙江二十一站-宝兴沟(铜)金矿床特征及其热液成矿系统[J]. 世界地质, 2012, 31(03): 505-514.
- [3] 李孝敏. 黑龙江省塔河县二十一站河铜、金矿床地质特征及成矿预测[D]. 吉林: 吉林大学, 2016.
- [4] 李向文. 黑龙江省塔河县宝兴沟金矿床成矿地质条件及找矿潜力分析[D]. 吉林: 吉林大学, 2010.
- [5] 刘涛, 江秉忠, 公维国, 等. 综合物化探方法在宝兴沟找矿中的应用[J]. 黑龙江科技信息, 2011(05): 73.
- [6] 孙彦峰. 黑龙江省塔河县十五里桥金矿床地质特征及矿床成因探讨[D]. 北京: 中国地质大学, 2015.
- [7] 张富程, 杨言辰, 李向文, 等. 十五里桥金矿区物化探异常特征及应用[J]. 物探与化探, 2015, 39(02): 262-267.
- [8] 赵春荣, 边红业, 刘涛, 等. 黑龙江十五里桥金矿地球物理特征及其成矿意义[J]. 黄金科学技术, 2015, 23(03): 1-6.

收稿日期: 2018-11-30

作者简介: 高卓亚(1984-), 男, 河北保定人, 大学本科, 工程师。主要从事地球物理勘查工作。